

С Е К Ц И Я 10

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ КОЛОННЫ ХВОСТОВИКА

В.В. Классен

Научный руководитель - старший преподаватель Ю.А. Максимова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время на большинстве месторождений Западной Сибири проходят завершающие стадии разработки, характеризующиеся резким ростом обводненности, снижением добычи по нефти, а иногда полным прекращением притока пластовой жидкости. Ввиду третьей стадии разработки месторождения Х, образовавшиеся проблемы при добыче и эксплуатации требуют новых современных технических решений и технологических подходов. Применение различных видов геолого-технических мероприятий (ГТМ) часто не дает ожидаемый эффект по технологическим (сохранение/восстановление притока) и временным показателям. Отсюда большая распространенность технологии зарезки бокового ствола (ЗБС), с доказанными показателями эффективности увеличения коэффициента извлечения нефти, в условиях низких дебитов нефти (15-30 т/сут) и высокой обводненности (около 90 %).

Проведение стандартного ЗБС не всегда возможно ввиду осложненных геологических особенностей месторождения Х, строительства скважин и технологических особенностей добычи нефти, подтверждающих выбор технологии крепления бокового ствола комбинированной колонной хвостовика, для доизвлечения запасов.

1. Геологические особенности, которые в совокупности влекут снижение притока, падение добычи жидкости и рост обводненности более 90 %:

а) Наличие многолетнемерзлых пород большой мощности (около 500 м). Низкие температуры пластов (-2°C – 25°C) осложняют как подъем флюидов, так и работу погружного оборудования (двигателя и центробежного насоса).

б) Высокие содержания глинистого цемента – алевролита (около 35 %), локальные зоны глинизации. При первичном вскрытии продуктивного пласта происходит интенсивное проникновение фильтрата бурового раствора, далеко в продуктивный пласт и закупорка существенной доли поровых каналов, вследствие постепенного набухания глинистого цемента коллектора.

в) Неравномерное чередование высокопроницаемых плохо цементированных песчаных пачек (2-20 м), включения карбонатизированных пропластков. Существуют большие риски осыпания боковых стволов, которые влекут за собой закупорку пор породы, а также увеличивается вынос механических примесей в ствол скважины. Данный фактор вызывает снижение фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) призабойной зоны пласта.

г) Просажённые пластовые давления. За десятилетний срок эксплуатации месторождения Х пластовое давление пласта Як3-7 упало со 159 атм. до 115 атм. Низкие пластовые давления означают низкие депрессии.

д) Увеличение промытых зон и водонасыщенных областей пласта-коллектора. Наличие воды ухудшает качество добываемой продукции и осложняет работу погружного насоса, создавая перегрузку его.

2. Технологические особенности процессов добычи и строительства скважин, которые обосновывают выбор использования именно комбинированного хвостовика:

а) Частые случаи негерметичности эксплуатационной колонны (НЭК) в интервале динамического потока столба жидкости в скважине, вызванные воздействием агрессивной среды. Это в первую очередь обводненность добываемой продукции (около 80 %), наличие CO₂ (до 2,93 %), минерализация пластовой воды (около 16250 мг/л) и механические примеси (около 273 мг/л). Как следствие – большое количество скважин подвергается повторному ЗБС, в связи с чем высота зарезки окна бокового ствола становится выше с каждым разом. Происходит перекрытие планируемого расположения полки под компоновку электроцентробежного насоса (ЭЦН).

б) Геологические цели направлены на вовлечение оставшихся запасов методом ЗБС другого пласта, находящегося значительно выше по вертикали, чем пласт, с которого ранее на данной скважине производилась добыча. Например, Нх-1 имеет абсолютную отметку (АО) – 2600 м, а пласт Як3-7 АО – 1630 м, разница 970 м. Данный факт не позволяет спустить компоновку ЭЦН в необходимый интервал. Очень сложные траектории с большими интенсивностями набора зенитного угла (4°/30 м) приводит к тому, что при зарезке бокового ствола сохранить расположение полки ЭЦН на достаточной вертикали невозможно.

в) По причине низкого пластового давления, депрессии, создаваемой в призабойной зоне пласта, не достаточно, чтобы поднять динамический уровень жидкости до необходимой высоты (при этом учитывая, что уровень должен располагаться выше приемной сетки ЭЦН на 200-300м для нормализации работы погружного оборудования). Появляется необходимость опускать установку ЭЦН ниже.

В связи с причинами, приведенными выше, возникает потребность в использовании технологии крепления бокового ствола комбинированной колонной хвостовика 127/114 мм. Комбинированный хвостовик 127/114 мм представляет собой потайную колонну, которая удовлетворяет всем условиям для доизвлечения запасов в сложной геологической обстановке и в затрудненных траекториях материнского ствола, и состоит из: цементируемых

СЕКЦИЯ 10. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

подвески хвостовика и пакера – для крепления в эксплуатационной колонне; заколонных пакеров-эластомеров – для сегментации/изоляции отдельных участков скважины; фильтров скважинных – для фильтрации пластового флюида от выноса песка и других механических примесей; глухих обсадных труб диаметром 127 мм – для расположения полки под УЭЦН 4 габарита, а также глухие трубы 114 мм.

Ввиду НЭК, повторных ЗБС, сложной траектории ствола с большими интенсивностями набора ЗУ 4°/30 м, происходит перекрытие планируемой полки под УЭЦН. Низкие депрессии приводят к недостаточному динамическому уровню жидкости. Данные факторы ведут к необходимости спуска УЭЦН ниже, и осуществить намеченные цели на добычу возможно только использованием ЗБС, либо вводом новых скважин (ВНС), что исключается по причине высокой стоимости. Падение добычи и обводненность более 90 % ведет к переводу скважины в бездействующий (БД) фонд, либо осуществить ЗБС, тем самым спасая скважину. Существует вариант проведения ЗБС с использованием колонны хвостовика 114 мм и спуска в него УЭЦН габарита 2А, но этот насос является крайне ненадежным и имеет низкую производительность (до 160 м³/сут). Следовательно, наиболее приоритетным вариантом является комбинированная колонна 127/114 мм с использованием УЭЦН 4 габарита, которые могут применяться в скважинах с техническими ограничениями (пластыри, смещение колонны НКТ), в горизонтальных скважинах с углом отклонения от вертикали 90°, в скважинах с интенсивностью набора кривизны 4° на 10 м при спуске. Для входа компоновки ЭЦН в интервал глухих труб диаметром 127 мм бокового ствола добавляется центратор, а для защиты кабельного удлинительа при спускоподъемных операциях (СПО) в боковом стволе – специальные протекторы. Установки работают с подачей до 350 м³/сут. Данного значения достаточно для добычи с боковых стволов месторождения Х.

При расчете технико-экономических показателей целесообразно рассматривать добычу нефти с использованием хвостовика 114 мм и УЭЦН 2А габарита при запуском дебите 40 т/сут, и данную скважину, после использования технологии ЗБС с применением комбинированной колонны хвостовика 127/114 мм и УЭЦН 4 габарита с запуском дебитом 100 т/сут. Сравнение прогнозных показателей с одинаковым темпом обводненности при первоначальном показателе 60 % приведено в таблице.

Таблица

Сравнительный прогнозный уровень добычи нефти до и после внедрения технологии крепления ЗБС комбинированной колонной хвостовика 127/114мм на скважине №1 месторождения Х

| Технология | Ед. изм. | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|--|------------|------|------|------|------|------|------|
| Стандартный ЗБС + УЭЦН 2А габарита | тыс. т/год | 14,6 | 12,8 | 11 | 9,9 | 9,1 | 8 |
| ЗБС с комб. колонной 127/114мм + УЭЦН 4 габарита | тыс. т/год | 36,3 | 31,9 | 27,4 | 24,6 | 22,8 | 20,1 |

Опыт применения крепления комбинированной колонной хвостовика 127/114 мм бокового ствола с УЭЦН 4 габарита является положительным. Скважины №1 и №2 месторождения Х, на которых проведены опытно-промышленные испытания по данному методу активно эксплуатируются с дебитом по нефти выше 200 т/сут. Экономический эффект, после применения данной технологии на скважинах по сравнению со стандартной технологией ЗБС и использованием УЭЦН 2А габарита, больше в 3,5 раза.

Применение технологии ЗБС позволяет сохранить скважину и существенно сэкономить затраты на строительстве, а также вовлечь в разработку новые локальные труднодоступные участки пласта-коллектора. Некоторые геологические задачи возможно выполнить и с помощью ВНС, но затраты возрастут в 8 раз.

Необходимо брать во внимание слабые стороны технологии, подлежащие дополнительному рассмотрению:

- Низкая производительность УЭЦН 4 – 350 м³/сут (в сравнении с УЭЦН 5 габарита – 720 м³/сут)
- Невысокая надежность УЭЦН 4 (в сравнении с габаритами большего типоразмера)
- Высокая стоимость УЭЦН 4

Проведенный анализ позволяет дать рекомендации по внедрению технологии крепления бокового ствола комбинированной колонной хвостовика 127/114мм на месторождениях со схожими геолого-техническими условиями, что основано на эффективных результатах опытно-промышленных испытаний, учитывая экономическую целесообразность, конструктивную простоту, а также широкую область возможности применения.

Литература

1. Гилаев Р.Г. Разработка и совершенствование технологических решений по повышению эксплуатационных показателей горизонтальных скважин и боковых горизонтальных стволов: дис. ... кандидата технических наук: 25.00.17 / Гилаев Руслан Ганиевич. – [Место защиты: Кубан. гос. технол. ун-т]. – Краснодар, 2009. – 98 с.: ил. РГБ ОД, 61 10-5/709.
2. Официальный сайт Журнала нефтегазового сектора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://neftegaz.ru/>.
3. Регламент технологии строительства скважин в условиях многолетнемерзлых пород с контролем качества в процессе бурения и крепления: РД 39 009-90. – М.: МНТП, ВНИИБТ, 1990. – 28 с.
4. Швец С.В. Обоснование и разработка технологии заканчивания скважин с большим отходом от вертикали с установкой щелевого фильтра: Автореферат диссертации... кандидата технических наук: 25.00.15 / Швец С.В.: [Место защиты: Санкт-Петербург. горный ун-т]. – Санкт-Петербург, 2017. – 20 с.